

小笠原諸島固有種ムニンヒサカキの保全に関連した生育状況

小栗恵美子^{1,2*}、石坂あゆみ¹

Conservation-related growth conditions of *Eurya boninensis*, endemic to the Bonin Islands, Japan

Emiko OGURI^{1,2*} & Ayumi ISHIZAKA¹

1. 東京学芸大学・教育学部（〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1）
Faculty of Education, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikitamachi, Koganei, Tokyo
184-8501, Japan.
2. 東京都立大学・牧野標本館（〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1）
Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University, 1-1 Minamiosawa, Hachioji, Tokyo
192-0397, Japan.

* emiko7899@gmail.com (author for correspondence)

要旨

本研究では、絶滅危惧 IB 類に指定されているムニンヒサカキの保全対策に関する基礎情報を提供するために、父島と母島における本種の分布調査と解剖学的観察による花の性表現の確認を行った。父島の東平周辺では 19 個体を確認し、雄 10 個体、雌 5 個体が開花していた。母島の長浜トンネル周辺では 12 個体の開花個体を確認し、その内訳は雄 5 個体、雌 7 個体だった。両島で開花していた個体は解剖学的観察により雌雄いずれかに判定されたため、送粉システムが機能すれば、有性生殖により遺伝的多様性を維持できると推察された。一方、父島で確認された個体はすべてすす病に感染しており、本種の保全上の懸念要因であることが示された。

キーワード

海洋島、サカキ科、雌雄異株性、すす病、絶滅危惧種

1. はじめに

小笠原諸島は東京から南に約 1,000 km の太平洋上に位置する海洋島である。本諸島には、約 450 種の維管束植物が自生し、そのうち約 40%が固有種として知られている (Kobayashi, 1978; Kobayashi & Ono, 1987)。本諸島では、人為的な開発やヤギの食害、外来の植物種、とくに第二次世界大戦中から戦後にかけての無人の期間における外来種や耕作植物の繁茂による島の自然植生の破壊などの影響を受けて絶滅に瀕している

在来植物種が数多く報告されている (Ono *et al.*, 1986; 環境省、2020)。これまで絶滅危惧植物種の保全を図るために、小笠原諸島内における網羅的な生育状況の把握や遺伝的多様性の評価が行われてきた (例: コヘラナレン *Crepidiastrum grandicollum*; ナガバキブシ *Stachyurus macrocarpus* var. *macrocarpus*; ムニンツツジ *Rhododendron boninense*; ムニンフトモモ *Metrosideros boninensis*; ムラサキシキブ属植物 *Callicarpa* sp.) (Abe *et al.*, 2008; Isagi *et al.*, 2020; Kaneko *et al.*, 2008; Narita *et al.*, 2021; Sugai *et al.*, 2019)。本諸島の絶滅危惧植物種に対して適切な保全対策を検討するためには、生活史・繁殖様式の解明、生育地での個体群規模、繁殖状況や遺伝的多様性のモニタリングが必須である。

ヒサカキ属 (サカキ科) は常緑性の小高木、または低木で、アジアの熱帯・亜熱帯地域から太平洋の島嶼域に分布し、世界に約 130 種、雌雄異株性植物として知られている (Shu, 2007)。日本には 8 種 3 変種: アマミヒサカキ *Eyrya osimensis*、クニガミヒサカキ *E. zigzag*、サキシマヒサカキ *E. sakishimensis*、テリバヒサカキ *E. emarginata* var. *ryukyuensis*、ハマヒサカキ *E. emarginata* var. *emarginata*、ヒサカキ *E. japonica*、ヒメヒサカキ *E. yakushimensis*、マメヒサカキ *E. emarginata* var. *minutissima*、ムニンヒサカキ *E. boninensis*、ヤエヤマヒサカキ *E. yaeyamensis* が分布する (米倉、2017)。

ムニンヒサカキは小笠原諸島固有種で、環境省のレッドリストでは絶滅危惧 IB 類 (EN) に指定されている希少種で、個体数の減少が危惧されている (環境省、2020)。かつては兄島と父島の東平にのみ分布するとされていたが、2004 年および 2009 年の調査により母島の長浜地区と庚申塚地区でそれぞれ新たな集団が発見されている (大井ほか、1998; 豊田、2004; 本間ほか、2011)。本研究では、父島および母島 2 島においてそれぞれムニンヒサカキの分布調査を行い、開花個体については花の解剖学的観察により繁殖様式 (性表現) を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

材料と調査地

ムニンヒサカキの分布調査は 2021 年 3 月に小笠原諸島父島 (東平周辺) および母島 (長浜トンネル周辺) で網羅的に行った。分布調査では、出現したすべての個体について GPS (Avenza Maps) を用いて位置情報を記録した。また、開花していたすべての個体 (父島から 15 個体、母島から 12 個体; 表 1) については、解剖学的観察のサンプルとして、個体ごとに花と蕾をそれぞれ 10 個程度採集し、FAA (ホルマリン 10%、氷酢酸 5%、95%エタノール 50%、蒸留水 35%) 中に保存した。

解剖学的観察

花の解剖学的観察は、高相・相田 (1997) のパラフィン包埋法に従った。パラフィンに包埋した試料ブロックから、回転式マイクロトーム (エルマ販売株式会社) を用いて 10 μ m の厚さで連続切片を切り出し、パラフィンリボンを作成した。そのリボン

表 1. 父島および母島で確認されたムニンヒサカキの位置情報と性表現

Table 1. List of samples investigated in this study with their geographical information and the type of flower.

サンプル番号 Sample No.	緯度 Latitude	経度 Longitude	標高 Elevation (m)	性型 Sex type
父島東平周辺 Chichijima Island, around Higashidaira				
1	N27.07475°	E142.22186°	226	M
2	N27.07485°	E142.22197°	224	M
3	N27.07490°	E142.22197°	224	M
4	N27.07427°	E142.22226°	228	F
5	N27.07502°	E142.22215°	225	F
6	N27.07514°	E142.22207°	223	F
7	N27.07441°	E142.22233°	227	M
8	N27.07633°	E142.22046°	236	M
9	N27.07374°	E142.22170°	232	F
10	N27.07377°	E142.22167°	232	M
11	N27.07463°	E142.22236°	226	M
12	N27.07468°	E142.22236°	225	M
13	N27.07475°	E142.22237°	225	M
14	N27.07486°	E142.22232°	226	F
15	N27.07501°	E142.22223°	226	M
母島長浜トンネル周辺 Hahajima Island, around Nagahama tunnel				
1	N26.68105°	E142.14529°	157	F
2	N26.68107°	E142.14528°	155	F
3	N26.68091°	E142.14529°	159	F
4	N26.68099°	E142.14530°	157	F
5	N26.68099°	E142.14530°	157	M
6	N26.68104°	E142.14533°	155	F
7	N26.68096°	E142.14523°	162	F
8	N26.68112°	E142.14543°	151	M
9	N26.68112°	E142.14545°	151	M
10	N26.68111°	E142.14548°	151	M
11	N26.68110°	E142.14547°	151	F
12	N26.68107°	E142.14540°	153	M

性型：雄, M ; 雌, F

Sex type: male, M; Female, F

40°C に設定したウォーターバスに浮かべて伸展させ、スライドグラス上に並べ、さらに 50°C に設定したパラフィン伸展器（松吉医科器械機 T76）の上で乾燥させ、完全に伸展させた。その後、サフラニン・ヘマトキシリン・ファストグリーンによる 3 重染色を行い、エンテランニュー（Sigma-Aldrich）を用いてカバーガラスで封入し、観察用プレパラートを作製した。作製したプレパラートは光学顕微鏡（Nikon Ci-L）を用いて観察し、顕微鏡に接続した一眼レフカメラ（Canon EOS Kiss X）で撮影した。

3. 結果

分布調査

父島では東平周辺から 19 個体を確認し、そのうち 15 個体が開花していた（表 1）。残りの 4 個体は、根元に近づくことが困難な場所に生育していたため、位置情報の取得や樹高の測定ができず、また樹高が高かったため開花の有無を確認することができなかった。父島の 15 個体の樹高は 5~8 m だった。

母島では長浜トンネル周辺から 12 個体を確認し、すべての個体が開花していた（表 1）。それらの樹高は 3~8 m だった。

花の解剖学的観察

ムニンヒサカキ 27 個体（父島 15 個体、母島 12 個体）について外部形態を観察したところ、花に 2 型が認められた。つまり、雄蕊をもつ雄花と雄蕊をもたない雌花が観察された（図 1）。それらの各個体から採取した花と蕾の断面構造を観察したところ、外見上雄と判定された個体から得られた花と蕾では花粉を有する葯と胚珠が消失し機能を持たない子房が見られたため、雄個体と確定できた（図 2-A）。一方、雌と判定された個体から得られた花と蕾では、複数の胚珠を包んだ子房が見られたため、雌個体と確定できた（図 2-B）。従って、父島では観察した 15 個体のうち雄が 10 個体、雌が 5 個体、母島では 12 個体のうち雄が 5 個体、雌が 7 個体と判定できた。それぞれの島での雌雄個体の空間分布を図 3 に示した。

4. 考察

花の解剖学的研究の結果、ムニンヒサカキには 2 型が存在することが明らかになった。つまり、花粉を有する葯と胚珠が消失し機能を持たない子房が見られる雄花と、雄蕊をつけず複数の胚珠を包んだ子房が見られる雌花である（図 2）。よって、ムニンヒサカキは形態的にも機能的にも雌雄異株性であると考えられる。本種が雌雄異株性であるならば、父島、母島において個体数は減少しているが、送粉システムが機能すれば、有性生殖により遺伝的多様性を維持できる可能性がある。

一般的に、海洋島の植物は、移入時は 1 個体で自殖できる雌雄両全性の方が、雌個体と雄個体が同時に島へ辿り着く必要のある雌雄異株性に比べて有利であると考えら



図 1. ムニンヒサカキ A : 雄花、B : 雌花
 Fig. 1. *Eurya boninensis*. A: male flower, B: female flower.

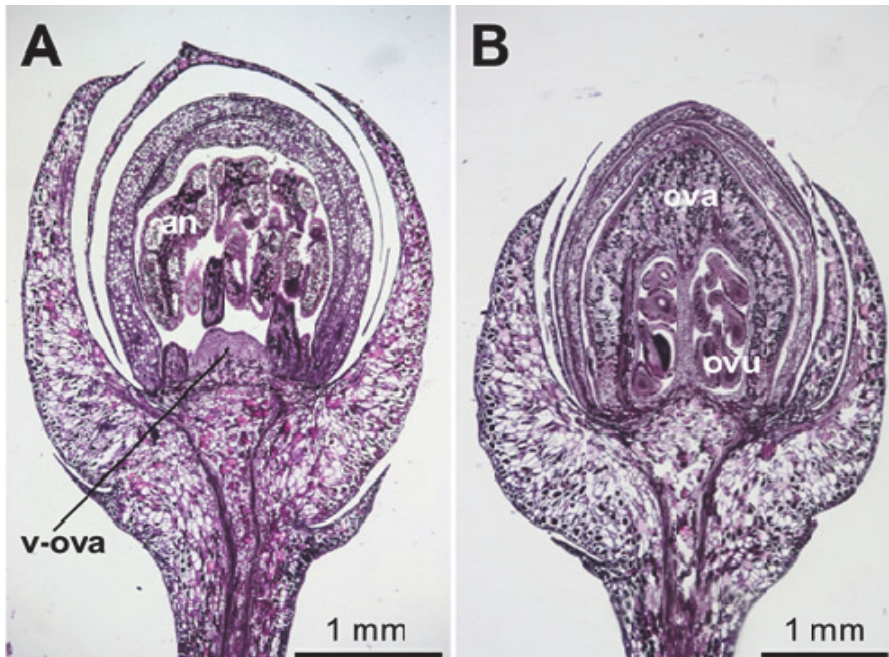


図 2. ムニンヒサカキの花の横断面 A : 雄花 (母島、サンプル番号 8)、B : 雌花 (母島、サンプル番号 1) an = 葯、v-ova = 機能を持たない子房、ova = 子房、ovu = 胚珠
 Fig. 2. Longitudinal section of the flowers of *Eurya boninensis*. A: male flower (Hahajima Island, Sample No. = 8); B: female flower (Hahajima Island, Sample No. = 1). an = anther; v-ova = vestigial ovary; ova = ovary; ovu = ovule.

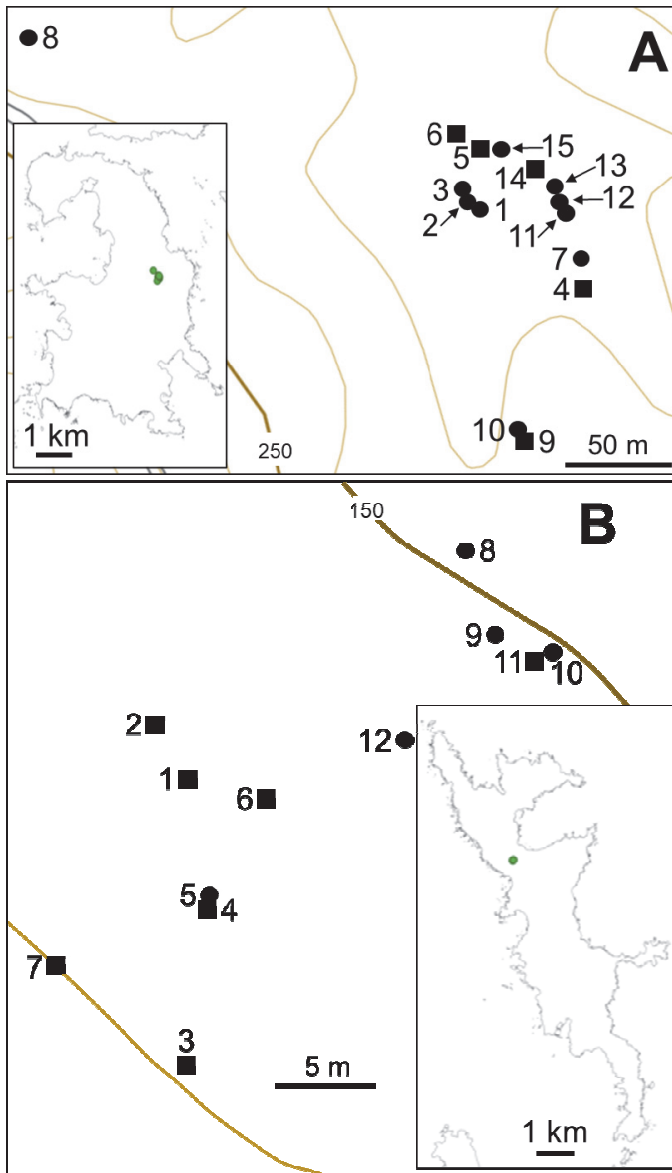


図3. ムニンヒサカキの分布状況と性型 A : 父島東平周辺、B : 母島長浜トンネル周辺
 ● : 雄花、■ : 雌花、数字は表1のサンプル番号を示す

Fig. 3. Geographical distribution and sex type of *Eurya boninensis*. A: Chichijima Island, around Higashidaira; B: Hahajima Island, around Nagahama tunnel. Circle = male flower; Square = female flower. Numbers are indicated sample numbers in Table 1.

れている (Baker, 1955)。小笠原諸島固有種ムニンアオガンピ *Wikstroemia pseudoretusa* は雌雄異株性であるが、雄花は葯に花粉を含み、柱頭のない退化した雄蕊をもち、雌花は雄蕊に柱頭があり、花粉のない退化した葯をもつ (Sugawara *et al.*, 2004)。一方、ムニンアオガンピの近縁種と考えられているアオガンピ *W. retusa* は雌雄両全性であることから、ムニンアオガンピは雌雄両全性の祖先種が移入し、小笠原諸島内で雌雄異株化したと考えられている (Sugawara *et al.*, 2004)。一方で、広域分布種のアカテツ *Planchonella obovata* と小笠原諸島固有種ムニンノキ *P. boninensis* は機能的には雌雄異株性で、アカテツでは小笠原諸島産のものと沖縄本島産のもの間で性型や花の内部構造に違いが見られなかったことから、この種が小笠原諸島で雌雄異株化した可能性は低いと考えられている (加藤ほか、2016)。ムニンヒサカキは形態的に雌雄異株性のヒサカキと近いとされている (米倉、2017)。よって、小笠原諸島固有種ムニンヒサカキは、雌雄異株性の祖先種が小笠原諸島内に移入し、長い年月を経て固有化する一方で、雌雄異株性という祖先形質を維持してきたと考えられる。しかし、Wang *et al.* (2017) の研究では、ヒサカキは、光条件や個体の大きさ、個体の成長率によって性転換が行われる不完全雌雄異株性であることが報告されている。Wang らは、一つの個体の様々な場所からシュートを採取し、それぞれの花を観察した。一方、本研究では、ムニンヒサカキが絶滅危惧植物であることを考慮して、個体への侵襲を最小化するため各個体から一本のシュートのみを採集し、花を観察したため、一つの個体において光条件や成長率の違いにより複数の性型を示す花が生じる可能性については十分検討できていない。ムニンヒサカキの性表現に関しては、個体に与える侵襲を最小化することを大前提として、さらなる調査が必要であろう。

ムニンヒサカキはこれまで兄島の北二子山付近から 3 個体、父島の東平周辺から 28 個体、母島の長浜地区から 15 本程度、庚申塚地区から 60 個体の分布が確認されている (大井ほか、1998; 豊田、2004; 本間ほか、2011)。父島の東平周辺における本研究の調査では、合計 19 個体のムニンヒサカキを確認し、そのうち 15 個体 (雄 10 個体、雌 5 個体) が開花しており、集団レベルで繁殖が行われていることが示唆された。一方で、大井ほか (1998) では言及されていなかったすす病の症状が本研究で確認された全個体でみられた (図 4)。東平および中央山におけるすす病の被害は、2017 年からオオミノトベラ *Pittosporum boninense* var. *chichijimense*、オガサワラモクレイシ *Geniostma glabrum*、シマカナメモチ *Photinia wrightiana*、シマモクセイ *Osmanthus insularis*、チチジマクロキ *Symplocos pergracilis*、ムニンシャシャンボ *Vaccinium boninense* などの低木性樹種を中心とした多数の希少種で確認されている (小笠原自然情報センター、2020)。すす病とは、カイガラムシ類の排泄物 (甘露) に糸状菌が増殖することで、葉の表面が黒く覆われる症状のことである。すす病に感染した葉は光合成の効率が低下するため、樹勢が衰退する。父島のムニンヒサカキはすべての個体においてすす病による広範かつ重度の症状がみられたが、新葉には影響がみられなかった (図 4)。しかし、新



図 4.すす病に感染したムニンヒサカキの葉 (A) とカイガラムシ類 (B)
Fig. 4. Sooty mold on leaves of *Eurya boninensis* (A), and Scale insects (B).

葉以外の多くの葉にはカイガラムシ類が付着していたため、新葉にもいずれはその被害が広がっていくと考えられる。本調査では、ムニンヒサカキ以外の植物のすす病の被害は把握していないが、東平と中央山ではすす病の蔓延が深刻であるため、希少種の個体数減少が危惧される。

母島における分布調査では、長浜トンネル周辺で開花している 12 個体を確認した。本間ほか (2011) によって報告された長浜地区に分布するムニンヒサカキ合計 19 個体には個体識別タグが付けられており、長期的な生態調査が可能になっている。本調査で確認した 12 個体すべては、本間ほか (2011) が標識した個体であり、新たな個体を発見することはできなかった。我々の調査では、母島の個体にすす病の被害は確認されなかった。

5. 謝辞

本研究では、東京都立大学の加藤 英寿博士と棚橋 優花氏に様々なご協力やご助言をいただいた。また、現地調査の実施にあたっては、環境省小笠原自然保護官事務所、林野庁関東森林管理局、小笠原総合事務所国有林課、東京都小笠原支庁土木課自然公園係より許認可をいただいた。本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金 (19K06149) により行われた。

6. 引用文献

- Abe T, Wada K & Nakagoshi N (2008) Extinction threats of a narrowly endemic shrub, *Stachyurus macrocarpus* (Stachyuraceae) in the Ogasawara Islands. *Plant Ecology* 198: 169-183.
- Baker HG (1955) Self-compatibility and establishment after long-distance dispersal. *Evolution* 9: 347-349.
- 本間 裕子・川口 大朗・向 哲嗣・大野 恭子 (2011) ムニンヒサカキの新規個体群発見とその周辺環境. 小笠原研究年報 34: 79-84.
- Isagi Y, Makino T, Hamabata T, Cao P-L, Narita S, Komai Y, Kurita K, Naiki A, Kameyama Y, Kondo T & Shibabayashi M (2020) Significant loss of genetic diversity and accumulation of deleterious genetic variation in a critically endangered azalea species, *Rhododendron boninense*, growing on the Bonin Islands. *Plant Species Biology* 35: 166-174.
- Kaneko S, Isagi Y & Nobushima F (2008) Genetic differentiation among fragmented populations in an oceanic island: the case of *Metrosideros boninensis*, and endangered endemic tree species in the Bonin Islands. *Plant Species Biology* 23: 119-128.
- 環境省 (2020) 環境省レッドリスト 2020. <http://www.env.go.jp/press/107905.html> (最終閲覧日: 2022年1月31日)
- 加藤 英寿・谷島 麻美・藤田 卓・村上 哲明 (2016) 日本産アカテツ属植物の花の性表現. 小笠原研究 42: 9-21.
- Kobayashi S (1978) A list of the vascular plants occurring in the Ogasawara (Bonin) Islands. *Ogasawara Research* 1: 1-33.
- Kobayashi S & Ono M (1987) A revised list of vascular plants indigenous and introduced to the Bonin (Ogasawara) and the Volcano (Kazan) Islands. *Ogasawara Research* 13: 1-55.
- Narita A, Nakahama N, Izuno A, Hayama K, Komaki Y, Tanaka T, Murata J & Isagi Y (2021) Conservation genetics of critically endangered *Crepidiastrum grandicollum* (Asteraceae) and two closely related woody species of the Bonin Islands, Japan. *Conservation Genetics* 22: 717-727.
- 小笠原自然情報センター (2020) カイガラムシの増加に対する科学委員コメント. https://ogasawra-info.jp/pdf/chiiki202003/202003_shiryoku4.pdf (最終閲覧日: 2022年1月31日)
- 大井 哲雄・加藤 英寿・邑田 仁 (1998) 小笠原稀産植物 (ナガバキブシ、ハザクラキブシ、ムニンヒサカキ) の分布状況の報告. 小笠原研究年報 22: 51-55.
- Ono M, Kobayashi S & Kawakubo N (1986) Present situation of endangered plant species in the Bonin (Ogasawara) Islands. *Ogasawara Research* 12: 1-32.
- Shu LM (2007) *Eurya*. In: *Flora of China, Vol. 12* (Ed. by Wu ZY, Raven PH & Hong DY), Science Press, 447-477.

- Sugai K, Mori K, Murakami N & Kato H (2019) Strong genetic structure revealed by microsatellite variation in *Callicarpa* species endemic to the Bonin (Ogasawara) Islands. *Journal of Plant Research* 132: 759-775.
- Sugawara T, Watanabe K, Kato H & Yasuda K (2004) Dioecy in *Wikstroemia pseudoretusa* (Thymelaeaceae) endemic to the Bonin (Ogasawara) Islands. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica* 55: 55-61.
- 高相 徳志郎・相田 光宏 (1997) 光学顕微鏡用切片の作製法とその観察法. 福田 裕穂・西村 幹夫・中野 明彦 (監修)『細胞工学別冊 植物の細胞を観る実験プロトコール』秀潤社, 20-33.
- 豊田 武司 (2004) ムニンヒサカキ、母島長浜谷上流域に新分布. 小笠原野生生物研究会会報 23: 1.
- Wang H, Matsushita M, Tomaru N & Nakagawa M (2017) Sex change in the subdioecious shrub *Eurya japonica* (Pentaphylacaceae). *Ecology and Evolution* 7: 2340-2345.
- 米倉 浩司 (2017) サカキ科 Pentaphylacaceae. 大橋 広好・門田 裕一・木原 浩・邑田 仁・米倉 浩司 (編)『改訂新版 日本の野生植物 3』平凡社, 177-181.

SUMMARY

Conservation-related growth conditions of *Eurya boninensis*,
endemic to the Bonin Islands, Japan

Emiko OGURI^{1,2*} & Ayumi ISHIZAKA¹

1. Faculty of Education, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikitamachi, Koganei, Tokyo 184-8501, Japan.
 2. Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University, 1-1 Minamiosawa, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan.
- * emiko7899@gmail.com (author for correspondence)

We conducted field surveys on Chichijima Island and Hahajima Island, and anatomical studies of the flowers to clarify the sexual expression of an endangered species (IB) of *Eurya boninensis* and to provide basic information for conservation measures of the species. A total of 19 individuals of this species were observed around Higashidaira on Chichijima Island, 15 of which were flowering individuals (10 males and 5 females). A total of 12 flowering individuals (5 males and 7 females) were found around the Nagahama tunnel on Hahajima Island. The flowering individuals on both islands were determined to be male or female by anatomical observation, indicating that genetic diversity can be maintained through sexual reproduction if the pollination by several insects system is maintained. On the other hand, all individuals identified on Chichijima Island were infected with sooty mold, indicating that conservation of the species is a concern.

Key words

Diocycy, Endangered species, Oceanic Islands, Pentaphylacaceae, Sooty mold